BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE DE LYON
TOME IX N° 9 SEPTEMBRE 1927

L'orage du 11 août 1927

La première quinzaine du mois d'août se signale par toute une série d'orages désastreux, causant des dégâts considérables par la foudre et par la grêle. En particulier, la perturbation qui correspond au 11 août fut aggravée par un coup de vent en cyclone et par la chute de grêlons exceptionnels qui intéressent très spécialement le département de Saône-et-Loire et le nord de celui du Rhône ; et je crois qu'il peut être utile de décrire avec plus de détails ces phénomènes singuliers dont j'ai été témoin en un point important de la trajectoire, afin de confirmer certaines déclarations qui pourraient sembler exagérées.

La situation générale était mauvaise depuis quelques jours :

Le 8 août, situation de couloir : hautes pressions sur la Russie, l'Espagne et le Sud de l'Océan, dépression secondaire sur la Sicile et la Tunisie; une dépression s'avance sur les Iles Britanniques — on peut, en un mot, annoncer une situation orageuse.

Le 9, la situation est stationnaire au NE et à l'E, sur la Russie, l'Allemagne et l'Autriche ; les fortes pressions d'Espagne se prolongent par une bande étroite qui va de Bordeaux-Montpellier jusqu'à l'Alsace et la Suisse, situation toujours inquiétante qui se traduit à Lyon par une forte rosée, vent nul, beau temps, avec quelques cirro-cumulus ; pression normale et uniforme sur la Méditerranée, la dépression du NW. tend à se dédoubler — le temps reste préoccupant et à l'orage.

Le 10, les fortes pressions s'éloignent vers l'E. ; la situation est très troublée sur les Iles Britanniques et la mer du Nord ; les isobares sont assez tourmentées sur la France ; vents dans tous les sens sur la Méditerranée, ce qui est caractéristique de la naissance des tourbillons orageux. A Lyon, rosée, beau temps un peu brumeux ; vent du N très faible qui passe au S modéré dans la matinée — les pronostics orageux se confirment très nettement.

On observe alors une large bande avec des pluies et orages locaux à Clermont, Dijon, Besançon, Berne.

En Saône-et-Loire, à Verdun s. le Doubs, on entend le tonnerre à W à 13 h. 30 m. (1), les coups en deviennent très fréquents et parfois très vio-

(1) Les heures sont comptées en temps civil, heure légale.

lents pour disparaître vers E, dans la direction de Les Bordes, à 16 h. 30 m; des éclairs blancs-violets-rouges, en forme d'arbres reliant le ciel et la terre, sont visibles dans toutes les directions ; les nuages viennent de directions opposées, du N ceux d'en bas (estimés à 400 m. d'altitude), du S ceux d'en haut ; le vent au sol est fort et de direction variable, N puis S puis E, origine dominante N mais avec des changements très fréquents et très rapides ; pluie de 14 h. à 16 h. 45 m, parfois torrentielle ; l'orage a d'abord semblé venir de N et de W, puis S et E se sont fort assombris ; les nuages semblaient tourner sans s'éloigner, et rester sur Verdun, Bragny, St Martin en G^{ois}, Palleau, Ciel, Les Bordes, Pontoux, Allerey, etc ... En résumé, orage violent et long, les éclairs sont nombreux et le tonnerre gronde sans arrêt ; le maximum d'intensité paraît être sur St Bonnet-Mervans-St Germain du Bois, c'est-à-dire un peu à l'E et la région est sensiblement le centre d'un grand tourbillon orageux.

La situation générale s'aggrave sensiblement et la zone orageuse s'étend. On a noté déjà dans la Haute-Loire un orage de trois quarts d'heure qui saccage tout par un déluge de grêlons gros comme des noix ; la commune de Chassignolles et les communes voisines sont soumises à de violentes rafales de NE, et les récoltes sont anéanties ; les ruisseaux deviennent des torrents et les caves sont inondées. Un tel désastre ne s'était pas vu depuis 1885.

*
* *

Dans la soirée du 10 août le temps est nuageux et le baromètre baisse à Lyon ; le 11 au matin la situation générale montre des isobares sinueuses et des vents étranges — l'orage est encore certain.

Mais, à proprement parler, c'est toute une série d'orages que l'on peut noter à partir du 11 août, et sur une surface extrêmement étendue, présentant deux caractéristiques essentielles : la violence du vent et la grosseur des grêlons. A Chémenot (Jura) la foudre détermine un incendie important, de même qu'à St Julien-en-Genevois ; incidents de navigation aérienne dans les régions de Bonneville et de Vienne ; en Suisse, débordements et éboulements dans le Toggenbourg, des grêlons de la grosseur d'un œuf de pigeon tombent pendant cinq minutes, occasionnant de gros dégâts ; le trafic de la ligne du Simplon est interrompu pour quelques jours, et un cyclone ravage la région de Leyzin ; dans l'Italie du Nord une vague de chaleur fait monter le thermomètre à 36° à Milan, Ferrare,

etc ... puis, pendant les orages, divers accidents de personnes dus à la foudre en Vénétie ; à Berlin, chute considérable de température (plus de 11°) et pluies torrentielles avec dégâts.

Prenons maintenant notre observation personnelle.

Lentilly. — Allant le 11 août de Sourcieux à Lentilly par la colline, l'horizon était fort étendu et j'étais bien placé pour voir venir le temps. A partir de 14 h. 40 m des nuages sombrent apparaissent à l'horizon, semblant destinés à la région au N de l'Arbresle, vers Tarare ; puis la menace paraît s'étendre très largement. A 15 h. 40 m. vers Lentilly, et bien que le temps n'y fut pas encore très menaçant, on tire des fusées paragrêles autour du village, d'abord à W, puis à N.N.W., puis au S.W., fusées dont on peut estimer l'ascension jusqu'à 6 à 800 m. ; les manifestations électriques de l'atmosphère deviennent fréquentes et violentes.

Entre 16 h. et 16 h. 7 m., un coup de vent cyclonique soulève des trombes épaisses de poussières sur les routes ; tout de suite après, quelques gouttes d'eau puis, aussitôt, chute de grêle en gros morceaux — presque pas de petits morceaux — se cassant sur les routes, les murs, etc.... et vous lançant dans les jambes des fragments de façon fort désagréable ; puis un peu d'eau encore pendant pas longtemps. Poussière, pluie et grêle, n'ont guère duré plus de 6 à 7 minutes ; à 16 h. 10 m., tout est terminé.

La grêle n'est pas tombée serrée ; on avait l'impression d'une troupe de gens cachés vous lançant des volées de cailloux et des pierres isolées. La grêle ne couvrait donc pas le sol mais y était dispersée : petits et gros morceaux, une dizaine peut-être par mètre carré, ou 12 ou 20 — simple ordre de grandeur car je n'ai pas fait de décompte précis ; le nombre était variable en outre d'un point à l'autre et, de plus, le nombre des morceaux *primitifs* est difficile à fixer à cause de ceux qui s'étaient fragmentés. Je juge bon de maintenir l'estimation à l'origine d'une dizaine de chutes par mètre carré. Par contre, de nombreux grêlons étaient plus gros qu'un œuf de poule. J'ai entendu dire une heure après que l'on en avait ramassé de 70 grammes au Méridien et de plus de 100 grammes à L'Arbresle : ceci ne me paraît nullement exagéré, et même au-dessous de la vérité étant donné une expérience antérieure que j'avais faite en pesant des grêlons de 45 grammes.

La structure générale des grêlons de Lentilly était la suivante : centre blanc, opaque, pas très dur, se cassant facilement à l'ongle comme une boule de neige fortement serrée ; le centre même de cette boule était très souvent composé d'une grosse goutte plus claire, précisément, et plus

transparente. Le tout était entouré d'une série de grêlons pure glace, transparents, collés entre eux, durs, avec des angles parfois aigus, représentant assez bien des cristaux collés sur une masse centrale. Le public parlait couramment de cristaux de glace ; en réalité on avait bien l'impression d'une masse centrale sur laquelle étaient venus se souder successivement une série de petits grêlons, comme si on précipitait violemment des petites boules de gomme sur un centre attractif.

Les grêlons étaient répartis en deux catégories, à peu près aussi nombreuses l'une que l'autre. Dans la première, une lentille, forme d'ellipsoïde aplati et irrégulier autour de la gouttelette opaque centrale ; l'agglomérat était alors assez transparent et ceux-là, de préférence, se brisaient en arrivant sur un sol, même cultivé. Dans la seconde, on avait affaire à une véritable pelote sphérique, comme une boule de neige mais plus transparente, généralement plus opaque cependant que l'entourage du cas lenticulaire. Dans les deux cas, même boule centrale opaque pas très dure — est-ce celà *la grêle molle* dont on a tant parlé ? et j'ai cru remarquer que la goutte centrale plus claire était plus nette et plus fréquente dans la forme sphérique que dans la forme aplatie.

*
* *

J'arrive à la description générale de l'orage du 11 août : ici, les points affectés sont si nombreux que je dois restreindre l'énumération des dégâts. Je prends donc rapidement la description sur une ligne Ouest-Est, et en déplaçant cette ligne de N à S, en résumant les renseignements précis qui ont été reçus.

Chagny indique tonnerre à W à 14 h., très fort à 14 h. 30 m. et de 15 h. à 15 h. 30 m., coups violents et fréquents ; grêle brève de 14 h. 45 m. à 14 h. 48 m. et mélangée à la pluie, avec grains gros comme des pois, opaques et ronds ; pluie abondante de 14 h. à 14 h. 45 m. ; éclairs en zig-zags à WNW, nuages gris noir courant W-E à 150 m. d'altitude ; venu de St-Léger-s.-Dheune et Bourgeron, l'orage passe sur Chagny et se dirige sur Lenard, où il disparaît.

Ecuisses signale un violent orage avec pluie torrentielle de 14 h. 45 à 15 h. 15, par ciel gris noir, les nuages étant à 4 ou 500 mètres de hauteur, avec vent NW faible ; les coups de tonnerre assez intenses se produisent surtout vers le NW de 14 h. 30 à 15 h. 45, avec une fréquence qui atteint toutes les 2 à 3 minutes ; une forte grêle, très serrée, à grêlons ovales de

la grosseur d'une noisette, tombe mêlée à la pluie torrentielle de 14 h. 55 à 15 h. ; à 14 h. 30, à SW, W et NW, éclairs en boule et en zig-zag ; cet orage venait du NW et l'on pouvait estimer sa trajectoire suivant Le Breuil, Torcy, Montchanin, Ecuisses, Essertennes, Perreuil, St-Berain, Villeneuve-en-Montagne, Marcilly-les-Buxy, Buxy, allant sur Châlon ; une queue d'orage paraissant venir de W et se diriger plus haut sur Chagny de 15 h. 45 à 16 h. 15 amène encore une pluie abondante pendant 30 minutes avec de formidables coups de tonnerre. A côté, à Montchanin-les-Mines, pluie, vent, éclairs, tonnerre font rage ; la grêle, de la grosseur d'une noisette, fait des dégâts aux jardins et aux récoltes.

Moulins : violent orage de grêle, incendie par la foudre à Meillers ; parmi les communes les plus éprouvées on signale Lalizolle, Sussat, Veauce, Valignat, Vicq, Naves, Charroux et St-Bonnet-de-Rochefort.

A Gueugnon, vers 15 h., grêle abondante avec grêlons de 10 à 15mm qui endommagent fortement les jardins. Sur toute la région de Génelard, vers 14 h. 30, pluie diluvienne mêlée de grêlons moyens, qui dure une demi-heure ; nombreux éclairs et coups de tonnerre ; les dommages aux récoltes paraissent peu importants à cause de la grande quantité d'eau mêlée à la grêle. A Bresse-sur-Grosne, petite pluie de grand matin, suivie d'éclaircies ; à partir de 7 h., nuages brun foncé assez élevés, peu ou pas de vent de direction capricieuse SW ou E ; pluies assez abondantes avec accalmies ; à 7 h. 45 tonnerre au SW ; de 8 h. à 8 h. 15 au S ; à 8 h. 30 au SE, dont quelques coups assez forts ; dans le S, l'orage paraît se diriger de SW à SE ; de 14 h. à 15 h., second orage. A Royer, journée orageuse : vers 7 h., nombreux coups de tonnerre très sourds suivis de pluie, vent de SW ; second orage vers 10 h. ; troisième orage prolongé de 15 h. 30 à 17 h. par vent de NW, bien que le vent supérieur soit SW, dégâts par la foudre, pluie assez violente et nuisible sur un sol déjà détrempé, favorisant le développement de l'oïdium. Tournus, vers 16 heures, pluie torrentielle pendant une heure ; pendant dix minutes, la grêle mêlée de pluie n'endommage sérieusement les récoltes que sur des zones limitées.

Paray-le-Monial, de 14 à 15 h., violent orage, éclairs fulgurants à S et SE, tonnerre intense, pluie torrentielle autour de 14 h. 30 ; le temps se remet aux éclaircies à partir de 15 h. 15. Dans la zone Charolles, Mont, Massilly, Cluny, pluies diverses vers 11 h. ; à Mont, à 11 h., traînées brumeuses puis éclaircies. Dans la région de Cluny, vers 15 h., nombreuses chutes de foudre ; la grêle abime les récoltes. Et à la même hauteur, beaucoup plus loin, sur le lac de Genève : à Thonon-les-Bains, violent orage,

éclairs ininterrompus, multiples chutes de foudre, pluie diluvienne transformant tout en torrents, accidents divers, fortes chutes de grêle avec conséquences diverses dans les communes de l'arrondissement ; à Evian, violent orage à 17 h. arrachant de nombreux arbres et ravageant les cultures, foudre avec dégâts ; venant après l'orage du 8 juillet, vigne et récolte de fruits sont détruites dans la région d'Amphion — de longtemps on n'avait vu pareil désastre. Et, un peu au sud, la région d'Abondance, déjà si éprouvée les 2 et 8 août, va encore subir des dégâts considérables : toitures emportées et dégâts intérieurs, arbres arrachés, pertes plus ou moins considérables dans toute la vallée.

Tramayes : après deux jours de chaleur torride, toute une série d'orages s'est déchainée ; un vent SW très violent s'élève, le ciel s'obscurcit comme en pleine nuit ; à 15 h., véritable trombe d'eau mélangée de grêle et qui dure pendant une heure ; divers accidents dus à la foudre, le tonnerre et les éclairs font rage. A Macon, orage accompagné de grêle et tonnerre, de 16 à 17 h. A Oyonnax, le jour est obscurci par des nuages épais ; à 16 h., violent orage qui dure une heure avec roulements continus de tonnerre ; à certains moments, la pluie fait rage mêlée de grêle.

Ici, les renseignements ultérieurs indiquent un vrai désastre causé dans le Haut-Bugey ; rien que sur Le Poizat, on estime que l'orage a couché de 70 à 80.000 mètres cubes de bois et, au cours actuel, les constatations officielles évaluent à plus de douze millions l'ensemble des dégâts.

Dans la bande en dessous, nous arrivons à la zone la plus éprouvée. A Iguerande, vers 16 h., le ciel s'obscurcit presque complètement et il s'abat un orage d'une violence inouïe ; vent violent, pluie torrentielle mêlée de grêle, qui tombe pendant une demi-heure, endommageant les vignes dont on peut considérer la récolte comme perdue ; ravinements divers et effets désastreux, arbres déracinés particulièrement dans les régions de Fleury-la-Montagne, Mailly et St-Bonnet-de-Cray. La violence redouble en arrivant vers Chauffailles.

Chauffailles. — Vers 16 h., violent conflit des vents du S et du N ; la nuit devient opaque, éclairée de clartés sinistres, couleur de soufre et de cuivre ; un orage d'une violence inouïe s'abat sur la région et Chauffailles paraît être le centre du cyclone ; la caractéristique est dans un vent d'une extrême violence qui ravage les communes d'Ecoche, St-Igny-de-Roche, Tancon, etc...; pendant dix minutes, tout le pays, surtout à Chauffailles, est soumis à une extraordinaire chute de grêle, véritable martelage par des grêlons de la grosseur d'œufs de pigeon et parfois de

poule ; sept d'entre eux, pesés un quart d'heure après leur chute, accusaient 610 grammes, de sorte que l'on peut en estimer entre 100 et 125 gr. lors de leur contact avec le sol ; on annonce « de place en place de réels blocs de glace aux aspérités tranchantes et pesant vraisemblablement plusieurs centaines de grammes », mais je crois bon de faire toutes réserves sur une telle information. Le vent, à coup sûr, fut extrêmemet violent, et de très gros arbres, nombreux, furent déracinés ; vent, trombe d'eau et grêle ont haché les toitures vitrées, saccageant les métiers de tissage et les matières de soie, occasionnant des pertes considérables et, sur le trajet de Belmont à St-Igny-de-Vers, on estime que des milliers d'arbres ont été arrachés.

A la même hauteur, Monsols est éprouvé. Vauxrenard est soumis à un violent orage qui, dans les forêts, brise ou arrache les résineux par paquets de *cinquante* ; les nuages orageux apparaissent NW pour disparaître vers E et le tonnerre gronde de 14 h. 50 à 15 h. 10, le maximum de l'orage étant à 15 h. ; il est impossible d'apprécier le mouvement des nuages, car un brouillard noir, très épais, fait une nuit complète pendant dix minutes ; pluie torrentielle mais courte de 15 h. à 15 h. 15, donnant 26^{mm} d'eau en 10 minutes ; grêlons gros comme des œufs de pigeon, épars dans la pluie ; terrains ravinés, récoltes couchées, arbres brisés et arrachés; on estime que le quart de la commune est saccagé entièrement comme vignes, avoines, légumes, blé noir. Un peu plus haut, à 16 h., dans la région de Juliénas, temps sombre comme la nuit, illuminé d'éclairs continus ; un orage très violent s'abat et transforme tout en torrents boueux ; des murs de clôture s'effondrent et des vignes sont entièrement ravinées ; les prés sont recouverts d'alluvions, et la grêle qui accompagne la pluie cause par places des dégâts importants. Personne ne se rappelle un orage aussi violent, qui éprouve très particulièrement la commune de Jullié. Un peu plus haut, d'importants dégâts sont dus au vent en tempête à Pontanevaux et à Romanèche, où il tombe d'énormes grêlons, heureusement en petite quantité · les voies sont obstruées, les trains détournés. A La Chapelle-de-Guinchay, à 16 h., tout le pays est plongé dans la nuit ; tonnerre et éclairs font rage, il tombe des grêlons gros comme des noix *suivis* d'une pluie torrentielle qui saccage tout. De l'autre côté de la Saône, à Garnerans et Thoissey, vers 16 h., le ciel s'obscurcit et des nuées rasant la cîme des arbres courent avec une vitesse folle de l'E à W, d'autres plus haut allant du S au N, tandis qu'un mur de nuages noirs monte de W ; un orage d'une vio-

lence inouïe s'abat sur toute cette région avec d'importants dégâts matériels, notamment à Thoissey pour les caves, tuiles et cheminées ; à St-Didier, Garnerans, Illiat, Cruzelles, Cormoranche, les récoltes sont couchées sur le sol, les fruits à terre et les vignes saccagées par une pluie diluvienne accompagnée de grêle. Beaucoup plus loin, dans l'Ain, un orage d'une extrême violence se déchaîne sur BOURG à 16 h. 30 ; sa direction est mal définie, les uns disant qu'il vient de Mâcon, d'autres de Châlon, donc une direction générale avec composante N ; l'obscurité est à un moment presque complète et les grêlons atteignent la grosseur d'œufs de pigeon ; caves inondées, arbres brisés ou abattus, gros arbres déracinés; les dégâts sont importants dans les jardins, les arbres fruitiers, les champs et les maisons ; on signale des dégâts matériels plus ou moins considérables à Châtillon-sur-Chalaronne, Ceyzériat, Lent, Neuville-les-Dames, Condeissiat, Abergement-Clémencia, Dompierre, Chaneins, etc... A droite de Bourg, à MONTRÉAL-LA-CLUSE, on signale encore la pluie diluvienne avec forts grêlons, vent en cyclone, rafales, nombreux dégâts matériels ; à Montreuil, les arbres souffrent particulièrement. Très généralement, de nombreuses récoltes sont anéanties ou couchées et, jusque dans l'Isère, les vignes et tabacs ont beaucoup souffert à Saint-Pierre-de-Chaudieu et Saint-Chef ; après avoir traversé la Bresse, l'orage paraît s'éloigner pour aller finir vers Nantua et Bellegarde, laissant un souvenir terrifiant partout où il a passé.

La ligne en dessous n'est guère mieux partagée.

A EBREUIL, l'orage est très violent : les grêlons tombent en abondance faisant beaucoup souffrir les récoltes en terre ; des plants de vigne sont arrachés. A VICHY, violent orage avec grêle dans toute la région, et dégâts importants. A BRIENNON, méfaits de la foudre, et de mémoire d'homme on ne vit pareil orage dans les régions de Vougy, Pouilly-sous-Charlieu et Charlieu : violence inouïe ne durant que quelques minutes mais déracinant les arbres, brisant les vitres et causant des dégâts considérables ; la grêle vient en outre anéantir des récoltes. CHARLIEU paraît le noyau de la tourmente, alors que déjà, depuis le 14 juillet, on avait eu des pluies torrentielles à déplorer : vers 15 h. 30, averse de peu de durée suivie d'un rayon de soleil ; puis le ciel s'obscurcit de façon inaccoutumée, éclairs fulgurants avec relativement peu de tonnerre ; soudain, une terrible chute de grêle vient tout ravager pendant un quart d'heure, crevant avec de grands dégâts les toitures industrielles comme à Chauffailles, hachant les jardins, vergers, vignobles et champs ; on note des grêlons plats, larges comme une pièce de 5 francs et trois

fois plus épais ; parmi les vignes de la région qui ont le plus souffert, on signale encore celles de Saint-Nizier-sous-Charlieu, Saint-Denis-de-Cabanne, Maizilly etc...

Poule, à 15 h.30, présente un désastre analogue : nuit noire, vent très violent et tourbillonnant, pluie diluvienne et gros grêlons ; arbres arrachés, meules transportées et éparses ; les communes environnantes ont souffert dans les mêmes proportions et, de longtemps, on n'avait vu pareil orage. A Chénelette, même description avec vent d'ouragan ; la pluie n'y est pas partout accompagnée de grêle, mais les grêlons sont énormes; voies obstruées par les branches et les arbres. Dans la région même de Beaujeu, la grêle n'a pas causé grands dégâts à la vigne ; par contre, dans un grand rayon, les récoltes non encore levées ont été éprouvées et l'ouragan a occasionné des pertes sévères pour un grand nombre d'arbres fruitiers, châtaigniers, noyers, poiriers, pommiers, etc... qui ont été saccagés ou dépouillés. Traversant l'Ain à cette hauteur, on aboutit à Nantua : à 17 heures, une partie des récoltes est anéantie ; arbres et toitures sont arrachés ; les forêts de la vallée de Pradon, des Neyrolles, de Charix sont presque entièrement détruites (renseignement, il faut l'espérer, un peu exagéré) et, de mémoire d'homme, on n'avait vu pareil ravage. Un peu plus bas, à Bellegarde, pluie torrentielle et ravinements ; dégâts matériels, également, à St Germain-de-Joux. A St-Julien-en-Genevois l'orage diluvien arrive en quelques minutes avec une rapidité déconcertante; on ne signale qu'un vent violent et peu de grêle mêlée à la pluie; deux autres orages se succèdent, moins violents ; dégâts dus à la foudre à Vovray-en-Bornes. Plus loin encore, à Annemasse, on signale à 17 h. 30 un orage d'une extrême violence, où tonnerre et éclairs font rage ; la pluie torrentielle tombe pendant près d'une heure.

Un peu au-dessous de cette région, nous avons déjà parlé de Vougy dans l'Allier. En pénétrant dans le Rhône, on trouve des ravages dans toute la région de Ranchal, Thel et le M^t^ Pinay : vers 16 h., le temps s'obscurcit brusquement et complètement ; suit immédiatement un violent vent d'ouest puis un orage épouvantable, avec trombe d'eau mélangée de grêlons ; ravinements, meules renversées, arbres couchés. Plus loin, à Claveisolles, la nuit et la matinée avaient déjà été orageuses et pluvieuses ; vers 16 h. également, le ciel s'obscurcit et devient d'un noir d'encre ; peu après, pluie diluvienne avec quelques grêlons, éclairs, tonnerre et vent épouvantable ; meules dispersées, arbres nombreux arrachés, potagers et arbres fruitiers sont fort endommagés, dégâts matériels divers aux toitures, etc... On mentionne encore un peu de grêle

mêlée à la pluie à St-Georges-de-Reneins, mais avec trombe d'eau et vent de tempête. Dans la région de Pont-d'Ain, on signale des dégâts considérables aux forêts du Haut-Bugey. A Poncin, on se félicite d'avoir relativement peu de grêle, mais la bourrasque arrache les arbres partout, saccage les jardins et les arbres fruitiers qui étaient, cette année, fort chargés de fruits.

Le parallèle de Roanne est moins endommagé. Le temps avait été orageux pendant toute la nuit à Thizy et, dès le matin, la foudre avait commis divers dégâts ; l'orage de l'après-midi y est violent. A Villefranche-sur-Saône, la pluie est torrentielle mais on ne signale pas de grêle aux environs immédiats de la ville.

Plus bas, à Amplepuis, à 15 h. 30 et pendant 5 minutes, le temps fut tellement assombri par des nuages très noirs qu'il était impossible de travailler à l'intérieur sans lumière ; l'orage vient de St-Claude-Huissel et se dirige sur Ronno, marchant donc presque WE ; grondements faibles et lointains vers W à partir de 15 h. 15 et se rapprochant de plus en plus, fort coup de tonnerre à 15 h. 45 ; pluie abondante pendant tout l'orage et particulièrement de 15 h. 25 à 15 h. 58, vent modéré. Plus loin, à Anse, le ciel s'assombrit brusquement de lourds nuages vers 16 h., poussés du NW ; trombe d'eau formidable sans grêle, ni sur la ville ni sur les communes voisines.

A la hauteur de Tarare, on signale un violent orage et des dégâts importants dûs à la grêle et au vent ; vitrages des ateliers de tissage, arbres arrachés, etc... Même appréciation pour un orage d'une extrême violence à Pontcharra-sur-Turdine et les communes voisines ; pendant une demi-heure, vent en tempête, pluie diluvienne et grêle abondante ; la commune de St-Forgeux est particulièrement éprouvée et les montagnes, recouvertes de grêle, apparaissent blanches comme en plein hiver. Chessy indique vers 16 h. l'orage comme venant du NW ; pendant une demi-heure, pluie torrentielle chassée par l'ouragan, au point que, durant dix minutes, on ne voyait plus rien ; arbres brisés ; grêlons nombreux, mais petits et mêlés à la pluie, de sorte que les communes de Légny, Le Breuil, Bagnols, Frontenas et Chessy n'ont pas par trop souffert. Chatillon-d'Azergues, par contre, annonce qu'il ne reste rien de la récolte en vignes et des blés non moissonnés, qui ont été saccagés par les grêlons d'une extrême grosseur, tombant drus et serrés, pendant une demi-heure. A Chazay-d'Azergues, chaleur étouffante de 11 à 13 heures ; de 13 à 15 h., le tonnerre gronde au N et se rapproche ; vers 16 h., quelques grosses gouttes, avec

des grêlons comme de grosses noix font rage pendant un quart d'heure ; le vent était devenu impétueux et les grêlons ont redoublé à la suite d'un coup de tonnerre à éclat strident ; dégâts importants. Un peu plus au nord, à Morancé, la grêle est tombée sans pluie pendant plusieurs minutes, occasionnant les plus grands dégâts aux vignes et aux arbres fruitiers.

Au niveau suivant on trouve des dégâts à travers plusieurs départements. A l'ouest de la Loire, Noirétable signale que, vers 15 heures, il fait presque nuit tandis que les nuages déversent des grêlons de la grosseur d'un œuf pendant peu de temps heureusement ; les dégâts sont limités parce que la moisson est déjà fort avancée. Dans le Rhône, nous avons déjà mentionné les dégâts de St-Forgeux ; à L'Arbresle, vers 16 h. 15, orage de violence extrême, vent venant de NW et W, endommageant les habitations et les usines de tissage, avec une grêle abondante et forte qui cause de graves dégâts aux récoltes et surtout aux vignes ; à Fleurieux-sur-l'Arbresle, on retrouvait encore le lendemain matin des grêlons de la grosseur d'un œuf de poule. Vers La Giraudière, des arbres sont déracinés par le vent. On signale encore des dégâts importants dans les communes de Bully et Sarcey ; pour Lentilly, nous en avons parlé en détail. Plus loin, la grêle tombe sur le versant sud des Monts-Lyonnais et l'on ramasse de très gros grêlons de Champagne à Limonest. A Fontaines-s.-Saône, l'orage vient de W à 13 h. pour disparaître à WNW à 16 h. 30, avec du tonnerre ininterrompu puis modéré, et des éclairs relativement peu visibles à W ; vent au sol faible ou nul de N, nuages d'en bas viennent du N et plus haut du SW ; pluie de 13 h. à 15 h. 30, avec quelques giboulées jusqu'à 18 heures ; pluie intermittente et très abondante, avec quelques grêlons vers 14 heures. Vers 17 heures, à Montluel, on a également une pluie chassée par l'ouragan et accompagnée de grêle : les communes voisines de Pizay-Faramans, Bourg-Saint-Christophe sont parmi les plus éprouvées.

La bande en dessous est un peu moins éprouvée. Vers 14 heures, à St-Laurent-de-Chamousset, le ciel se couvre par le NW, tonnerre, nuages noirs et grêle ; puis les nuages semblent tournoyer au dessus de la commune, un vent terrible se lève et la pluie tombe mêlée à la grêle ; arbres déracinés et dégâts dus, surtout, au vent. Les grondements de tonnerre, depuis 14 h., annonçaient l'orage à Brullioles ; il déferle à 16 h. après un bref et violent coup de tonnerre suivi d'un vent terrible qui éparpille les gerbes et les meules à travers la campagne ; la grêle est plus grosse

que des œufs de pigeon et endommage les vignes et les légumes ; dégâts matériels divers. A St-Genis-Laval, orage fort. A Lyon, violente bourrasque de 15 h. à 17 heures ; divers accidents de personnes, par suite de chutes d'objets variés. Et bien loin de là encore, en Savoie, à Beaufort, au NE d'Albertville, éclairs, tonnerre et orage de violence inouïe à 20 h. ; grêle abondante causant de grands dégâts aux cultures.

Plus au Sud, l'orage s'est encore manifesté par sa violence en des lieux très divers. Givors, après une journée de chaleur accablante, voit le temps s'assombrir à 18 heures et, brusquement, une trombe d'eau s'abat sur la région avec du tonnerre ; la grêle tombe pendant quelques minutes, serrée et grosse comme des billes, faisant souffrir les jardins et hachant les vignes ; la commune de St-Andéol-le-Château, une partie d'Echalas, Loire et Chasse ont particulièrement à souffrir. La description est à peu près identique, et à la même heure, pour Vienne. Allons toujours au sud et à l'est : La Cote-Saint-André signale une pluie torrentielle avec tonnerre et éclairs qui, à partir de 19 h., font rage pendant une heure ; vent d'une violence inouïe, arbres arrachés ; dégâts de foudre, mais point de grêle et le vignoble a assez bien résisté. A Chambéry, violent orage. Même aventure avec d'assez gros grêlons à Bourg-Saint-Maurice. A Communay (Isère), la grêle, vers 18 heures, fut un terrible fléau, hachant betteraves, courges et maïs, anéantissant le vignoble. A St-Rambert-d'Albon, les vignes ont été assez éprouvées et, à Montélimar, on signale une pluie diluvienne avec grêle de 19 à 22 heures.

* * *

En résumé, comme d'habitude, l'existence de vents divergents et irréguliers dans une situation barométrique uniforme permettait de prévoir l'orage, et en particulier l'orage à grêle. Celui-ci fut d'une violence exceptionnelle, ravageant la moitié sud des départements de l'Allier et de Saône-et-Loire, poursuivant dans le Jura ; attaquant la Loire et tout le Rhône, tout l'Ain, une partie de l'Isère et des Alpes. Si l'on cherche à en tracer la carte avec les heures, on se trouve en présence de difficultés dues précisément à ces vents irréguliers : l'orage paraît s'arrêter, tourbillonner, puis repartir ; les nuages ont des mouvements cycloniques divers qui sont bien notés en divers endroits Thoissey, Garnerans, Romanèches, Pontanevaux, Pont-d'Ain, Nantua, Bresse-sur-Grosne ; Chauf-

failles paraît le centre d'un cyclone ; à Vauxrenard, les effets de ces petits tourbillons sont particulièrement nets et puissants.

Le caractère local et capricieux des orages à grêle se montre bien, une fois de plus : alors que la région de Chauffailles et Charlieu paraît le centre d'une tempête irrésistible qui fait pour quinze millions de dégâts, il est remarquable que l'observateur d'Amplepuis, non loin de là, précise un *vent modéré*. Le Beaujolais proprement dit eut la chance d'être relativement épargné car si, de Brouilly à Beaujeu, il est tombé quelques gros grêlons ne faisant pas de gros dégâts, de Villefranche à Brouilly l'on peut dire qu'il n'est tombé que de la pluie.

Pour la grêle, notre description permet aisément d'en tracer la carte. Elle fut véritablement *exceptionnelle* de grosseur autour de trois centres très différents Noirétable, Chauffailles et Fleurieux-Lentilly et il nous a paru intéressant de résumer l'état des ravages d'un orage aussi important et aussi étendu.

Jean Mascart

Physique du globe : océanographie arctique, subarctique ; quelques remarques.

Aux remarques parues de ce *Bulletin* (avril 1927 : Les moustiques), sur les notes de travaux de Maupertuis en Laponie, s'associent les régions boréales des mêmes isothermes, dont les bonds en latitude sont de près de 30° [1]. Leur été toujours humide a de même sa brusque recrudescence de végétation à Terre-neuve où, jusqu'en face d'un paysage d'icebergs échoués, pullulent alors les diptères en nuées denses (moustiques surtout) [2]. Même le Groenland, au nom énigmatique, a ses moucherons vulnérants tracassiers en été (signalés du genre Johannseniella, Diptères Chironomidés).

(1) Par exemple, l'isotherme de zéro, satellite ici du Gulf stream comme ailleurs du Kuro Shivo, passe au nord du cap Nord, et longe Terre-Neuve au détroit de Belle-Ile.

(2) S'ils étaient primitivement indemnes et s'ils restent privés de réservoir de virus, les diptères hématophages réputés nocifs restent inoffensifs, même sous tous les climats : sécurité qui cesse par l'invasion d'immigrants (Iles Mascareignes d'abord indemnes recrutant des travailleurs en Asie après 1530). Notons que les diptères pathogènes sont surtout **nocturnes,** bien que la faim pendant le jour perpétuel surmonte sans doute leur photophobie : les diurnes, à part quelques-uns comme les glossines hors de cause ici, sont surtout vulnérants. La prophylaxie défensive vise donc surtout la nuit : c'est ainsi que, dans la lutte contre le Stegomyia de la fièvre jaune, l'interdiction aux marins éloignés en rade de rester la nuit aux endroits contaminés constitue une barrière suffisante : quarantaines nocturnes décidées par l'autorité maritime et dont l'application m'incombait (venu volontairement faire partie de la station du Sénégal à la grande épidémie de 1900, à 80 % de cas mortels).

Et il faut regretter que, d'autre part, tandis que de grands raids aériens côtoient ces pays des glaces et des aurores très fréquentes, le resserrement d'une vieille confraternité d'armes renouée ne sauve pas de l'oubli la mémoire de J. R. Bellot, dont 1926 était le centenaire de naissance. Cet officier de vaisseau, après des expéditions coloniales, périt en 1853 en glissant dans une crevasse des glaces de l'archipel nord américain, alors que, passager volontaire d'un navire anglais commandé par Inglefield, il prenait part à la recherche de Sir John Franklin (1).

On a rappelé l'inutile, mais héroïque sacrifice, des suédois Andrée et Strindberg, ni plus ni moins sensés que tant d'autres héros des airs (2). Mais on oublie un peu l'hydrographe français G. Lambert. Ce précurseur de l'américain Long se faisait certes illusion comme lui, et ayant vu à Behring (1865) la vie animale exubérante d'été (de vraies nuées d'oiseaux), avait espéré encore y progresser avec le navire normal, toujours bloquable, mais ici de plus écrasable (dont les rares succès sont sans lendemain : périple de A. E. N. Nordenskjöld). Il y faut pourtant au navire la forme de section du Fram, profil qui s'est aussi imposé aux brise-glaces ; et ces derniers, rendus plus puissants et surtout plus solides, domineront s'il le faut l'aire russo-sibérienne, dégagée par la dérive à chaque arrêt estival du gel (succès partiels de B. A. Vil'kitskii en 1913-14-15). Quant à Lambert, patronné devant la Société de géographie, à Paris, qui appuya une souscription publique, couverte d'ailleurs, la guerre l'enleva : il fut tué à Buzenval (1871). Souvenirs couverts par la voix des canons, mais qu'éloigne surtout la victoire rénovatrice du Dr F. Nansen.

Celle-ci confirmait qu'une grande Méditerrannée arctique profonde, libre de terres, charriait constamment vers l'Atlantique en trois ans de dérive un corps continu de banquises, chaque hiver reformées surtout au nord de la Sibérie (V. Stefànsson les croit adossées à une plaque « tournante » nord-américaine, adhérente, difficile d'accès) : champs en hiver soudés, propices au traineau jusqu'à la fin du printemps, mais chaque été en voie de dislocation. C'est en insistant sur ce dernier point que j'ai proposé (Soc. de géogr., Paris, bulletin « La Géographie », séance de son Comité, 6 janvier 1900), de cheminer en été (10 juillet au 20 août environ) dans ces banquises là et elles seules, à l'aide du sous-marin tantôt

(1) Moins oublié hors de son pays, il a eu sa stèle à l'île Beechey, son monument à Greenwich, et un détroit garde son nom entre l'île Somerset et la terre Boothia.

(2) Aucun des pôles connus n'est une conquête aérienne (pôle Nord, R. E. Peary avril 1909 ; pôle Sud R. Amundsen, 1911 ; pôle magnétique nord-amérisain, J. Clark Rossé, 1er juin 1831, etc..)

en surface, tantôt en plongée sous les étendues non encore dissociées et d'épaisseur très limitée (1). On y a depuis aventuré l'hydravion ; mais le sous-marin a en moyenne moins d'accidents, évolue plus facilement, et ses divers types, depuis 1914, se sont acquittés, avec ou sans explosifs à bord, de missions plus dangereuses, et souvent bien moins belles. Je conclurai toutefois finalement que, malgré l'emploi de ces éclaireurs (aériens, marins, etc...), la maîtrise future des banquises arctiques de trois ans reste prédite à de robustes brise-glaces.

Alger. Henri de Montille.

Sur les influences solaires.

Quelques reflexions au sujet d'un passage du procès-verbal de la réunion du 27 mai 1927 de la Section de Météorologie du Comité National de Géodésie et de Géophysique.

(p. 7 et 8 : Proposition de M. MAURAIN, relative à l'étude des relations entre les tremblements de terre et les phénomènes atmosphériques).

(1) En hauteur totale, sur l'eau et immergée : quatre mètres, sans dépasser douze aux « hummocks », glace de mer empilée. — Hors de là non plus on n'a encore jusqu'ici, par parallèle et par méridien, aucun relevé mensuel des glaces sur des étendues bien supérieures à celle de l' « International ice patrol », limitée à 42°-43° N, 51°-52° W. — La glace, même massive, dure peu de mois en dehors de l'isotherme de zéro : hors d'elle au Sud l'apport des centres trop éloignés compte peu : aussi la côte Est groenlandaise fournit peu, la banquise triennale presque rien aux glaces du courant du Labrador. J'ai jadis connu, dans ce courant dit polaire, entre 48° 50° N et 54° 57° W, par une atmosphère impénétrable de brouillard d'été, par nuit sans lune, l'alerte de collision à six nœuds avec les icebergs atteignant vingt mètres de hauteur émergée ; sans voie d'eau (privilège du bordé en bois, raguant comme sur un quai au point de retourner par arrachement une tôle de cuivre de doublage de coque) ; des dégats aux œuvres mortes seules. Quand le soleil dissipa tout ce brouillard, on vit de la passerelle, élevée de six mètres, quatrevingt icebergs épars. Ce nombre (juillet-août 1894), en zône plus dangereuse, rapproché des arrivages relevés plus S.-E. par l' « Ice patrol », trois icebergs en août au Grand Banc, montre combien l'échouage et la fusion les déciment sur ces 7°-8° environ d'arc de grand cercle — L'iceberg est d'ailleurs un misérable refuge pour les rares survivants qui s'y cramponnent, car c'est peu après un arrêt presque sûr d'amputation (4 survivants sur 73 (1894-95), durent tous quatre être amputés). — D'autre part, les banquises formées bien plus au nord et auxquelles le courant du Labrador fait longer l'Est de Terre-Neuve, dans lesquelles les navires chasseurs de phoques à avant blindé, s'engageaient hardiment dès la fin de l'hiver, surtout autrefois, comprennent les vastes champs ras sur l'eau, qui éventrèrent le Titanic (1912) à 18 nœuds environ, car on sait que c'est précisément en mars qu'ils atteignent le Grand Banc. — Ce paquebot s'y jeta la nuit par temps très clair : tandis que dans notre collision plus au nord, même avec un personnel d'élite, intéressé à la vigilance, et nous l'avions, tout le danger venait de ce brouillard opaque, dont le voile en juillet, au nord du Gulf Stream, libère parfois St Pierre de rares jours en un mois. Ce n'est alors qu'à vitesse minime, presque stoppé, que l'alerte vient tout à fait à temps des vigies postées, comme dans notre cas, à l'extrémité la plus avancée possible de l'avant. De telles opacités annhilent les projecteurs qui se sont montrés efficaces en croisières antarctiques, comme ils auraient sauvé le Titanic en éclairant le grand champ qui le déchira (vu la transparence de l'atmosphère et vu des avis de glaces inquiétants déjà connus).

Cette question se rattache également à la Physique solaire ; en effet, si les secousses sismiques précèdent l'arrivée des perturbations atmosphériques, ces dernières surviennent généralement à la suite d'une décroissance dans les phénomènes dont le Soleil est le siège.

Les taches et les facules ne représentent certainement qu'une partie — peut-être la moins importante — de l'activité solaire ; toutefois, l'observation *journalière* de ces phénomènes permet des constatations d'un certain intérêt et fait ressortir qu'une décroissance des taches ou des facules est suivie, simultanément :

— d'une diminution de la température sur les contrées de l'ouest de l'Europe et de l'Amérique ;

— de l'apparition de tempêtes sur certaines régions, principalement sur l'Atlantique nord et le centre du continent nord américain ;

— de secousses sismiques et parfois d'éruptions volcaniques, ces dernières souvent accompagnées d'orages.

Mais cette relation ne peut être mise en évidence qu'à la condition de noter, *chaque jour*, comme cela se fait à Talence depuis 27 ans, d'une part, les variations qui se produisent constamment sur la surface du Soleil et, d'autre part, les variations de la température et les principaux phénomènes terrestres : tempêtes, cyclones, orages, tremblements de terre, etc....

Les coïncidences ainsi relevées sont extrêmement curieuses et laissent apparaître une action générale du Soleil sur un grand nombre de phénomènes terrestres. Le mécanisme de cette action est inconnu, mais l'influence solaire n'est pas douteuse ; au point de vue météorologique, elle paraît se manifester en premier lieu dans les hautes couches, puis agir sur les grands centres d'action de l'atmosphère, ce qui expliquerait les différences constatées sur les températures des diverses régions du globe. Il serait certainement contraire à l'esprit scientifique de ne pas admettre un fait, sous prétexte qu'on ne peut en trouver l'explication.

Il semble que dans cette question, on est quelque peu influence par l'idée que si le Soleil exerce une action sur les températures terrestres, cette action devrait être générale, comme pour les phénomènes magnétiques, tandis qu'elle apparaît beaucoup plus complexe.

D'autre part, l'emploi de moyennes annuelles dans les comparaisons entre les variations solaires et les variations météorologiques vient encore compliquer la question, cette méthode ne pouvant fournir que des résultats erronés, puisque l'influence des taches ou des facules ne paraît pas proportionnelle à leur nombre ou à leur étendue.

Les recherches effectuées exclusivement dans l'atmosphère présentent un intérêt indiscutable, mais elles se montrent nettement insuffisantes, car, jusqu'ici, elles n'ont pas fait avancer sensiblement nos connaissances sur les *causes* des variations brusques et anormales de la température en toutes saisons, ni sur la formation, le déplacement des tempêtes ou des centres de hautes pressions, sur lesquels repose tout le système actuelle de prévision du temps.

On a opéré, jusqu'à ce jour, comme quelqu'un qui chercherait uniquement, dans l'installation électrique de sa maison, les variations de courant provenant de l'usine centrale ; il est bien évident que ses recherches seraient vaines. Ici, l'*usine centrale*, c'est le soleil ; tout le monde le proclame, mais il n'existe pas d'établissement officiel effectuant, *jour par jour*, des comparaisons entre les observations solaires, d'une part, et, d'autre part, les observations comprenant la plus grande partie du globe et s'étendant à tous les phénomènes météorologiques.

Par la mise à l'écart des observations solaires, la Météorologie se prive de la source la plus importante des renseignements qui lui sont necessaires, elle ne peut tirer profit du nombre considérable d'observations de toutes sortes dont elle dispose et qui restent ainsi sans objet.

Talence (Gironde). Henri Mémery.

Sur les variables du type Mira et les rayons pénétrants.

Quoique l'origine cosmique du rayonnement de haute fréquence récemment observé à de grandes altitudes semble être définitivement établie, il y a une très grande diversité d'opinions chez les physiciens quant à sa nature et son caractère général. Millikan trouve que, dans les limites de l'incertitude des mesures, les rayons cosmiques traversent l'espace également dans toutes les directions. D'autre part, Kolhörster, quatre ans avant, a décelé des variations journalières de la radiation pénétrante, et il a suggéré que la Voie Lactée, et les régions d'Andromède et d'Hercule étaient, à leur culmination, responsables du maximum de rapidité de l'ionisation enregistrée par son électroscope photographique. Des observations faites durant l'été de 1926 au sommet du Monchgipfel, à 4000 mètres au-dessus du niveau de la mer, par Kolhörster et von Salis semblent confirmer cette opinion, quoique leurs observations sur l'Eigerwand ne montrent aucune variation journalière. Les observations de Büttner et

Feld au sommet du Zugspitze, à 2830 mètres au dessus du niveau de la mer durant la fin de 1926 et le printemps de 1927, ont établi une relation directe entre les maxima et minima et le temps sidéral et elles ont donné des courbes en accord avec celles de Kolhörster. L'amplitude de la variation était seulement les 8 centièmes de la totalité de la radiation pénétrante. L'ensemble de la question est donc encore ouvert à la discussion ; une solution satisfaisante ne peut être donnée que par les physiciens expérimentaux.

Récemment l'attention des astronomes fut encore appelée sur ce sujet par Axel Corlin, qui a examiné la courbe de la variation journalière de la radiation pénétrante, déterminée en Août 1926 par Kolhörster et von Salis. Il suggère que les variations sont causées par des rayons durs émanant des variables du type Mira près de leur maximum et il détermine une courbe théorique, par le calcul de la variation journalière de la radiation totale de ces variables sur l'horizon de la Jungfrau, en tenant compte de leurs distances relatives et de l'absorption atmosphérique. La courbe théorique s'accorde très bien avec les variations observées de la radiation pénétrante. Corlin trouve aussi que d'autres classes d'objets célestes, comme les nébuleuses et les étoiles de la classe B, ne conduisent pas à une courbe théorique semblable, et il suggère par conséquent que la radiation cosmique est principalement causée par les variables du type Mira de spectres Md et S, au voisinage de leur maximum.

L'importance au point de vue de l'astrophysique de ces résultats, s'ils se confirment, est si grande que de nouveaux calculs ont été entrepris de diverses manières.

(1) L'éclat total de toutes les variables du type Mira des classes spectrales Md et S qui furent à moins d'un dixième de leur période du maximum et qui se trouvaient sur l'horizon de la Jungfrau le 15 août 1926 fut calculé pour chaque intervalle de deux heures de temps sidéral (73 étoiles).

(2) Puisque les raies brillantes dans le spectre de Mira disparaissent une demi-période après le maximum, le même calcul fut effectué pour toutes les variables du type Mira sur un intervalle s'étendant de un dixième de leur période avant le maximum à une demi période après le maximum (232 étoiles).

(3) Le même calcul que celui du paragraphe (1) fut effectué (en omettant toutes les variables avec distance zénithale supérieure à 70°) en tenant compte de l'absorption atmosphérique.

(4) Le calcul du paragraphe (2) fut aussi effectué en tenant compte de l'absorption atmosphérique.

Les variables furent prises dans la liste de Prager pour 1926 ; pour 80 étoiles les époques des maxima furent prises d'après les prévisions de Campbell pour 1926, qui donnent le maximum avec une erreur moyenne de ± 11 jours. Pour les plus brillantes au maximum la moyenne des maxima donnés par Campbell pour les années 1921 à 1925 fut adoptée. Il est bon de noter que les maxima de Prager sont systématiquement plus brillants que la moyenne des maxima observés. L'éclat de Mira à son maximum normal, 3^m5, fut pris comme unité.

L'absorption due à la dispersion fut déterminée comme suit. Selon Millikan, le cœfficient d'absorption moyen de la radiation pénétrante est 0,24 par mètre d'eau. L'épaisseur de l'atmosphère au dessus de Monchgipfel à 4100 mètres au-dessus du niveau de la mer est équivalente à six mètres d'eau et, par conséquent le cœfficient de transmission pour les observations de Kolhörster est 0,24. Pour la partie optique du rayonnement stellaire, le cœfficient de transmission est environ 0,9, puisque pour l'air atmosphérique la dispersion moléculaire de Rayleigh est moindre que la dispersion de Compton ou de Thompson. Mais en raison de la grande incertitude des documents utilisés ci-dessus il semble bon d'adopter comme cœfficient de transmission une moyenne entre le cœfficient de transmission photométrique et celui déterminé ci-dessus. Ainsi, quand on calcule l'absorption atmosphérique d'après les tables ordinaires, il faut multiplier leurs données (exprimées en magnitudes stellaires) par 4,3.

L'auteur obtient ainsi 4 courbes qui montrent que ses calculs ne confirment pas les résultats de Corlin. Dans les quatre cas le minimum théorique coïncide avec le maximum observé de radiation pénétrante, et les maxima se présente cinq heures plus tôt que ceux observés par Kolhörster ; les courbes ne ressemblent pas à celle du type de β Lyrae de Buttner.

Il est théoriquement possible que les géantes rouges, et spécialement les variables du type Mira, produisent des champs locaux intenses de radiation pénétrante. Leurs basses densités et les grandes quantités d'hydrogène dans leurs atmosphères semblent favoriser la production de tels champs. Il est possible que les raies brilllantes et d'autres anomalies dans les spectres des géantes rouges, soient produites par ces champs locaux. Mais il est clair au point de vue théorique que ces variables ne peuvent pas fournir une grande contribution au champ général de radiation pénétrante comme le suggère Corlin. La magnitude apparente

bolométrique de Mira au maximum normal ($T = 2200°$) est $3^m5 - 3^m5 = 0^m0$, et celle du Soleil est -26^m5. Adoptant la valeur d'Abbot de la constante solaire, on trouve que la densité de la radiation solaire aux limites de notre atmosphère est $0{,}45 \times 10^{-5}$ ergs par centimètre carré seconde. La densité extra terrestre de la radiation pénétrante, selon les calculs basés sur les documents de Millikan, est $2{,}0 \times 10^{-13}$ ergs par centimètre carré/seconde.

Selon les courbes de l'auteur, quatre dixièmes des étoiles du type Mira seraient responsables de huit pour cent de la densité totale de la radiation pénétrante et, par conséquent, la contribution globale de Mira à la densité totale de la radiation pénétrante sera de $0{,}4 \times 10^{-15}$ ergs par centimètre carré/seconde. Ainsi, si les variables du type Mira sont responsables des variations de la radiation pénétrante, l'intensité de la radiation pénétrante provenant de Mira doit être quatre fois plus grande que son rayonnement de corps noir (bolométrique). Ceci est invraisemblable pour deux raisons. D'abord, on se trouve conduit à l'hypothèse où la création de l'énergie dans les couches superficielles est quatre fois plus considérable qu'à son intérieur, ce qui contredit nos idées sur la thermo-dynamique stellaire. En outre, un champ aussi intense de rayonnement de haute fréquence produirait des effets d'ionisation supplémentaire énormément intenses dans la couche renversante des variables, ce qui certainement n'échapperait pas à l'observation (1).

Harvard College Observatory. B. P. GERASIMOVIC.

La charge électrique de la Terre et les coups de foudre (2).

L'intensité du champ électrique terrestre au voisinage du sol est d'environ 100 volts par mètre et son sens est celui de la verticale descendante. On déduit de là qu'il existe sur la surface totale de la Terre une charge d'environ $3{,}10^5$ coulombs et que cette charge est négative. L'existence de cette charge négative n'a pas jusqu'ici été expliquée d'une façon satisfaisante. Son entretien semble d'autant plus difficile à comprendre

(1) GERASIMOVIC (B. P.). — On Mira Variables and Penetrating Radiation. **H. C, O. Bull.**, 847.

(2) WIGAND (A.), MAURER (H.) et BENNDORF. — Entretien de la charge électrique de la Terre par les coups de foudre. **Phys. Zeitschr.**, t. GXVIII, p. 65, 15 janvier 1927; p. 211, 1er mars 1927; p. 260-261, 1er avril 1927, et **Revue Générale des Sciences**, t XXXVII, n° 11, 15 juin 1927, p. 345.

que les nombreuses mesures faites sur le courant de conduction (ou de convection) vertical au voisinage du sol ont mis hors de doute le fait suivant : le courant vertical est dirigé en général suivant la verticale descendante, c'est-à-dire qu'il transporte de l'atmosphère vers le sol de l'électricité positive. Cette charge positive devrait diminuer et finalement détruire la charge négative de la Terre.

En l'absence de théorie vraiment satisfaisante pour rendre compte de l'électrisation négative du sol, il nous semble intéressant de signaler l'hypothèse hardie, récemment énoncée par Wigand, et qui, sans prétendre à aucun caractère de certitude, a du moins l'avantage de suggérer une explication originale, dont la vérification appellera de nouvelles recherches. Cette hypothèse a donné lieu d'ailleurs, à toute une discussion.

M. Wigand propose d'attribuer l'apport permanent d'électricité négative au sol à ce qu'il appelle le *courant d'éclairs*, c'est-à-dire l'ensemble des coups de foudre qui éclatent sur toute la surface du globe entre les nuages et le sol.

C'est en effet un point qui paraît assez solidement établi, que les éclairs ont un sens privilégié, le courant qu'ils transportent est dirigé de préférence suivant la verticale ascendante. Le sens de ce courant a été déterminé bien des fois, particulièrement par Brunhes, soit en étudiant l'aimantation des roches au voisinage du point de chute de la foudre, soit en relevant les sauts brusques du champ terrestre qui accompagnent celle-ci. On trouve, comme ordre de grandeur, que la charge portée au sol par la foudre est *négative* dans 70 0/0 des cas.

Ceci posé, pour savoir si le courant d'éclair est capable d'entretenir la charge négative du sol, il suffit de voir s'il est en état de compenser l'apport d'électricité positive dû au courant de conduction normal, et qui s'élève pour la surface totale de la Terre à 1.400 ampères environ. Il ne semble pas qu'on soit très éloigné de la vérité en attribuant à la charge transportée en moyenne par un seul éclair une valeur de 50 coulombs. D'autre part la statistique des orages à la surface entière du globe et la numération des coups de foudre pour chaque orage amènent à penser que sur la Terre entière il tombe environ 100 éclairs par seconde. On déduit de là une valeur du courant d'éclairs qui, selon les données qu'on emploie, est de l'ordre de 1200 ou de 1950 ampères, c'est-à-dire tout à fait comparable et probablement égale au courant de conduction normal. L'hypothèse de Wigand est donc tout à fait compatible avec les faits expérimentaux.

Bien entendu, un mode de calcul aussi sommaire ne présente qu'un intérêt de principe et laisse la porte ouverte à bien des objections. La règle du sens ascendant privilégié des coups de foudre n'a été vérifiée que sur terre, et sur les océans il est possible qu'elle soit moins exacte. D'autre part nous n'avons pas tenu compte des apports de charge positive dûs aux précipitations atmosphériques et dont l'importance n'est peut-être pas négligeable. Enfin les statistiques relatives aux orages sont au moins autant que les autres sujettes à caution et à remaniement.

Il n'en est pas moins vrai que l'explication proposée par M. Wigand est ingénieuse et mérite d'être discutée. Si elle se trouvait confirmée, elle fournirait une interprétation intéressante de la périodicité diurne signalée par Mauchly-Hoffman pour la variation du champ terrestre : cette variation a un maximum entre 16 h. et 19 h. (temps moyen de Greenwich), et cela sur toute la surface de la terre indépendamment de tout temps local. On peut penser que ce maximum accompagne *instantanément* le maximum d'activité orageuse des régions australes et sud-américaines.

NOTES ET VARIÉTÉS

La distribution des étoiles de type spectral O [1]

Les étoiles de la classe spectrale O (étoiles à bandes spectrales d'émission) sont particulièrement intéressantes parce qu'on croit qu'elles sont exceptionnelles, relativement à la conception générale de l'évolution stellaire. Selon la théorie de Lane-Russel, seules les étoiles à très grandes masses pourraient parvenir à cette classe. Quant à la théorie d'Eddington, elle admet l'existence de ces étoiles avec des masses moindres, mais très denses.

En dehors de la classe spectrale, la magnitude ou grandeur apparente est la seule caractéristique que nous puissions déterminer pour la majorité de ces étoiles. Il est donc intéressant de voir à quelle conclusion conduit l'étude de cette magnitude apparente, en attendant que l'on puisse traiter les mouvements propres, les vitesses radiales et les distances (toutes quantités encore très mal connues pour ces astres).

Les principaux résultats de cette étude due à MM. Wilson et Luyten sont les suivants :

Il est pratiquement certain qu'aucune de ces étoiles ne se trouve à moins de 600 années lumière (200 parsecs). Quelques unes peuvent se trouver à une distance de l'ordre de 120.000 années lumière (40.000 parsecs), soit aussi loin que les amas globulaires.

1 — WILSON (E. B.) et LUYTEN (W. J.) — The frequency distribution on apparent magnitude of the non-Magellanic O Type Stars. **Proc. Nat. Acad. Sci. Whasington**, Vol. 11, n° 2, pp. 133-137.

On attribue aux étoiles du type O des températures s'étendant de 20.000 à 30.000 degrés mais la discussion de MM. Wilson et Luyten parait montrer que ces températures sont moins localisées autour des hautes valeurs.

La discussion des valeurs des rayons hypothétiques de ces étoiles ne conduit à aucune difficulté avec la théorie d'Eddington rappelée ci-dessus.

Il semble plausible, enfin de considérer les étoiles du type O comme très différentes les unes des autres au point de vue de l'éclat absolu et fortement dispersées dans l'espace. Il est donc très curieux de constater que ces étoiles, malgré leur petit nombre ne forment pas une agglomération localisée et cette circonstance a certainement de l'importance au point de vue de la place à leur donner dans le cycle de l'évolution stellaire.

H. G.

Etoiles montrant deux spectres superposés.

Un travail de Plaskett concernant upsilon Sagittarii a été présenté à l'une des dernières séances de la « Royal Astronomical Society » (1) La vitesse radiale de cet astre varie avec une semi amplitude de 48 km. 15 p. s. et une période de 137 j., 7. Plaskett remarque que cette étoile montre deux types spectraux superposés : A_2 et B_3 ; le dernier étant le plus faible. Contrairement à l'idée qui viendrait au premier abord, chaque spectre n'est pas celui d'une des deux composantes. Tous deux appartiennent à un seul corps, comme le prouve le déplacement, de période identique et de même sens, des deux catégories de raies. Celles de l'hydrogène (spectre B) auraient cependant une amplitude légèrement plus faible ; mais la différence ne dépasse pas 7 km. p. s. Selon Plaskett, la présence de ces dernières rappelle une novae ou γ Cassiopeiae. Le corps unique aurait une masse égale 1,58 fois celle du Soleil.

Au cours d'une discussion, le Prof. Fowler a fait la remarque que des observations du Soleil ont montré des raies d'hélium dans les flocculi. Il pense comme Plaskett que, chez des géantes comme upsilon Sagittarii, de grands changements dans l'ensemble de l'astre peuvent être la cause de cette superposition de spectres. Le Prof. Milne émet l'idée que ces deux types spectraux pourraient être dûs à des différences de température ou de pression dans les couches superposées.

Plaskett signale d'autres astres qui présentent la même particularité.

Mentionnons H. D. 50820: spectres A_2 et B_3; A_2 principalement dans le bleu et peu dans l'ultra violet. H. D. 45910 montre des extrémités d'émission chez certaines raies d'hydrogène et du fer. Les raies du spectre A paraissent par moments. Enfin, chez toutes ces étoiles les raies 4128 et 4131 du silicium sont très fortes.

J. Ellsworth.

Le sifflement de l'aurore polaire

En diverses notes qui ont paru à l'Académie des sciences, dans **Nature**, et dans **l'Astronomie**, M. H. S. Jelstrup, astronome à Oslo, a publié le résumé des observations qu'il a faites à propos d'une aurore fort belle qui s'est présentée le 15 octobre dernier. M. Jelstrup se trouvait aux environs d'Oslo, dans un observatoire provisoire installé sur une colline de 470 mètres d'altitude, et était occupé à enregistrer des passages d'étoiles quand il aperçut les débuts d'une aurore. Il l'observa dans les moments de loisir dont il disposait et, entre autres phénomènes, l'aurore étant à son maximum, il constata avec son assistant la production d'une sorte de sifflement à forme ondulatoire et paraissant suivre les vibrations, les ondulations de l'aurore. Le son se fit entendre dix minutes. Le temps était parfaitement calme: il était 7 h. 15 du soir ou 19 h. 15 (T. C.

(1) **The Observatory**, December 1926, p. 354.

Greenwich). De 20 h. 1 à 20 h. 6 furent enregistrés les signaux rythmiques de Bordeaux, avec beaucoup de statics en même temps, qui disparurent totalement après la fin de l'aurore.

L'aurore peut-elle donc s'accompagner d'une manifestation sonore? On l'a souvent dit. Et de Mairan en a parlé dans son **Traité physique et historique de l'aurore boréale**, publié en 1731 dans les Mémoires de l'Académie des sciences, et comme volume indépendant en 1733. Aux pages 125-127, il parle de l'idée très répandue alors, et depuis longtemps, que l'aurore boréale peut s'accompagner de bruit.

« J'ai donc trouvé, dit-il, des personnes éclairées qui disaient avoir démêlé des bruits particuliers dans le cours des grandes aurores boréales, **des sifflements et une espèce de murmure**, et j'ai lu la même chose dans quelques descriptions modernes. Mais j'avoue que c'est ce que je ne saurais croire exempt d'illusion, n'ayant jamais rien entendu moi-même de pareil, ou que je puisse distinguer des bruits ordinaires qui se font à l'entour et qui proviennent des voix et des mouvements des habitants dans les villes, ou de l'agitation des arbres par quelque souffle de vent à la campagne. J'y ai été cependant très attentif .... »

Du reste, ajoute Mairan, l'aurore se passe à une grande altitude, en atmosphère très raréfiée; or le son ne se propage pas dans le vide. C'est vrai. Mais on peut se demander si certaines aurores au moins ne s'accompagnent pas de son, se produisant très bas dans l'air, très près des observateurs, et avec une intensité exceptionnelle. Si Mairan est catégorique dans le sens négatif, M. Jelstrup ne l'est pas moins dans le sens affirmatif. Mais le phénomène est évidemment exceptionnel, pour que M. Jelstrup le signale.

(La Science Moderne, Mai 1927)

RZ Eridani.

J. Gadomski vient de publier un travail intéressant sur R Z Eridani (1). La variabilité de cet astre fut découverte en 1916, par Miss J. C. Mackie en étudiant 210 clichés obtenus à Harvard (2). Il fut classé du type Algol et les éléments provisoires suivants furent adoptés :

$$m = 34152{,}5 + 14\ j.\ 64\ E.$$

Les premières observations visuelles au nombre de 190, faites de 1923 à 1926 par Gadomski 43, Kordylewski 59, Witkowski 4, Beyer 53, prof. Graff 21, Henz 10, ont conduit à la conclusion que les éléments cités plus haut sont erronés. Gadomski, après une discussion laborieuse adopta les nouveaux éléments :

$$m = 44993{,}53 + 39\ j.\ 293\ E.$$

La variabilité de l'étoile serait comprise entre les magnitudes 7,8 et 9,1. La durée de l'éclipse serait d'environ deux jours. Il y aurait un minimum secondaire montrant une diminution de $0^m,2$ et une avance de 0 j., 4. Les résidus entre les minima observés et les minima calculés montrent une variabilité de période dont les lois sont encore à déterminer.

Les observateurs cités plus haut sont de l'hémisphère Nord. Ils sont d'autant plus à féliciter, pour le succès de leur travail, vu les difficultés que présente l'observation d'un astre si près de l'horizon. Des observateurs de l'hémisphère Sud pourraient être d'un grand secours pour préciser les connaissances déjà acquises.

J. E.

---

(1) **Bulletin de l'Académie polonaise des Sciences et des Lettres**, séance du 4 octobre 1926.

(2) **Harvard Circulaire** n° 196.